

**Efectividad de la Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas en la espasticidad
tras el Accidente Cerebrovascular: revisión bibliográfica**

**Effectiveness of the Extracorporeal Shock Wave Therapy on spasticity after
stroke: literature review**

Elena Caro-Cifuentes^a, Verónica Pérez-Cabezas^a, Carmen Ruiz-Molinero^a, Inés Carmona-Barrientos^a, José A. Moral-Muñoz^{a*}

^a Departamento de Enfermería y Fisioterapia, Universidad de Cádiz, Cádiz, España.

Correspondencia:

José A. Moral-Muñoz

C/ Ana de Viya, 52 11009 Cádiz, España.

joseantonio.moral@uca.es

+34956019000

Recuento de palabras:

Resumen 248, Abstract 217, Texto principal 2775

Efectividad de la Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas en la espasticidad tras el Accidente Cerebrovascular: revisión bibliográfica

Elena Caro-Cifuentes, Verónica Pérez-Cabezas, Carmen Ruiz-Molinero, Inés Carmona-Barrientos, José A. Moral-Muñoz

Contribuciones de autoría:

Todos los autores han participado en la concepción y diseño del estudio, la redacción y revisión para su publicación y han aprobado la versión final.

Financiación:

No se ha recibido ningún tipo de apoyo financiero para este trabajo.

Conflictos de interés:

No existen conflictos de intereses.

Efectividad de la Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas en la espasticidad tras el Accidente Cerebrovascular: revisión bibliográfica

Resumen:

Introducción: Debido a que el Accidente Cerebrovascular es una patología con gran importancia en nuestra sociedad, siendo la primera causa de discapacidad motora, son necesarios los avances en nuevas terapias que favorezcan una mejora en la calidad de vida de estos pacientes.

Objetivo: Identificar las publicaciones de Ensayos Clínicos Controlados, que evalúen la efectividad del uso de la Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas en el tratamiento de la espasticidad tras el Accidente Cerebrovascular, además de identificar las posibles causas de estos efectos sobre la musculatura espástica y efectos adversos en el uso de esta terapia.

Material y métodos: Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos bibliográficas PubMed, Web of Science, ScienceDirect, LILACS, Cochrane, Scopus y PeDro. Se incluyeron ensayos clínicos controlados en idioma español, inglés y francés, y se excluyeron estudios que incluyesen pacientes que se estuviesen tratando con Toxina Botulínica, Fenol y Alcohol.

Resultados: De los 103 estudios recuperados, se eliminaron 86. Se analizaron a texto completo 17, de los cuales se descartaron 11. Se incluyeron un total de 6 Ensayos Clínicos Controlados.

Conclusiones: La Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas en el tratamiento de la espasticidad en pacientes tras el Accidente Cerebrovascular, es efectiva en la reducción del tono espástico debido a su acción directa sobre la rigidez intrínseca de la musculatura espástica e indirecta sobre la excitabilidad medular. Sin embargo, son necesarios un mayor número de estudios para verificarlo. Como efecto adverso, solo hay constancia de dolor durante su aplicación.

Palabras clave: “terapia de ondas de choque extracorpóreas”, “ondas de choque”, “espasticidad muscular”, “accidente cerebrovascular”.

Efectividad de la Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas en la espasticidad tras el Accidente Cerebrovascular: revisión bibliográfica

Effectiveness of the Extracorporeal Shock Wave Therapy on spasticity after stroke: literature review

Abstract:

Introduction: Stroke is a very important disease in our society, being the leading cause of motor disability. Advances in new therapies that encourage the autonomy and improve the quality of life of these patients are needed.

Objective: The objective of this review is to identify the published Controlled Clinical Trials that evaluate the effectiveness of the Extracorporeal Shock Wave Therapy on spasticity in stroke patients. Also, to identify the possible causes of these effects and the possible adverse effects of this therapy.

Methods: The databases PubMed, Web of Science, ScienceDirect, LILACS, Cochrane, Scopus and PeDro were used to perform the bibliographic search. Controlled Clinical Trials in Spanish, English and French language, were included. Controlled Clinical Trials where the subjects of the study were treated with Botulinum Toxin, Phenol and Alcohol, were excluded.

Results: of the 103 initially articles, 86 were removed. 17 full text were analyzed, of which 11 were removed. 6 Controlled Clinical Trials were included in this study.

Conclusions: The Extracorporeal Shock Wave Therapy on spasticity in Stroke patients is effective to reduced spastic tone, what is connected with the direct action on the intrinsic muscle stiffness and with the indirect action on the spinal cord excitability. However, further studies are needed to verify these facts. Pain was the only adverse effect that was found.

Keywords: “extracorporeal shock wave therapy”, “shockwave”, “muscle spasticity”, “stroke”.

Introducción

Las Ondas de Choque Extracorpóreas (OCE) se definen como una onda acústica caracterizada por picos de alta presión (500bar) que se alcanza en menos de 10 nanosegundos, un corto periodo de latencia de menos de 10mseg y un espectro de frecuencia entre los 16-20Hz¹. Durante la fase positiva, las OCE atraviesan los tejidos pudiendo desencadenar fenómenos de absorción, reflexión, refracción y transmisión de energía. Esto es denominado efecto directo de las OCE. La fase negativa es la causante de los efectos indirectos en el tejido celular. Esta presión negativa interactúa con el líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian a estado de vapor formándose burbujas. Las burbujas implosionan causando ondas de presión, también llamadas “corrientes de chorro” o “*microjets*”, que viajan en el líquido a velocidades próximas a las del sonido pudiendo chocar con una superficie y produciendo cambios en ésta².

Su efecto sobre el tejido produce modificaciones celulares en la membrana, orgánulos e incluso en el núcleo celular activando procesos biológicos como la estimulación del metabolismo, producción de óxido nítrico, collagenogénesis, angiogénesis, liberación de factores de crecimiento, inhibición neuronal selectiva, reclutamiento de células madre osteogénicas e inhibición de moléculas con papel inflamatorio, entre otros¹.

Además, las OCE se diferencian en dos tipos: focal y radial. Las OCE de tipo focal, dirigen las ondas generadas hacia un solo punto de actuación. Existe muy poca dispersión de la energía y una gran penetración en los tejidos. Esta focalización de la energía evita daños en tejidos alrededor del foco terapéutico. Para ello es necesario realizar la técnica mediante guía ecográfica o radiológica². En el caso de las OCE de tipo radial, las ondas no son focalizadas y existe una mayor dispersión de la energía y una menor penetración en los tejidos. Los tipos de generadores radiales son electroneumáticos. Estos generan las ondas de choque a través de la aceleración de un proyectil en el interior del dispositivo de tratamiento, transmitiendo la onda radialmente desde la punta del aplicador a la zona objetivo¹.

La aplicación de las OCE se conoce como Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas (TOCE), y es utilizada como alternativa a la cirugía en la destrucción de cálculos renales y en desórdenes del sistema musculoesquelético como tendinopatías, retraso en la consolidación de fracturas o no unión, osteonecrosis, fascitis plantar, síndrome doloroso

miofascial, síndrome del túnel carpiano, osteoartritis y miogelosis del músculo masetero, aportando grandes resultados^{3,4}.

Por otra parte, el Accidente Cerebro Vascular (ACV) representa uno de los principales problemas de salud pública en todo el mundo, especialmente en los países industrializados. Los ataques cerebrales son una causa frecuente de hospitalización, primera causa de discapacidad motora, segunda causa de demencia y la tercera causa de mortalidad general^{5,6}. Por tanto, es necesaria la investigación en técnicas de tratamiento que sean efectivas a la hora de tratar la sintomatología. En términos de disminución de la capacidad de autonomía del paciente en la realización de las Actividades de la Vida Diaria (AVD), uno de los síntomas más importante es la espasticidad.

La espasticidad fue definida por Lance⁷ en 1980 como *“un trastorno motor caracterizado por un aumento del reflejo tónico de estiramiento (tono muscular), con reflejos tendinosos exagerados, debido a una hiperexcitabilidad del reflejo miotático”*. Además, las contracturas musculares en la etapa inicial del daño cerebral o de la médula espinal, y la retracción conjunta, en una etapa posterior, favorecen significativamente a esta hipertonía muscular. Esto da lugar a un acortamiento de la musculatura que produce una pérdida de sarcómeros, cambios degenerativos en las Uniones Musculotendinosas (UMT) y la acumulación de tejido conectivo y grasa intramuscular⁸.

Recientemente han surgido nuevas investigaciones que estudian la eficacia de la aplicación de la TOCE como tratamiento de la espasticidad muscular en patologías neurológicas como la parálisis cerebral⁹⁻¹⁴, la esclerosis múltiple¹⁵ y el ACV¹⁶⁻²¹, en las que parece ser una terapia segura, no invasiva, indolora y sin complicaciones. De igual modo, se puede encontrar un meta análisis²² en el que se analiza el efecto de la TOCE en la espasticidad producida por las lesiones cerebrales, que aunque no se centra en la misma etiología de la espasticidad, comparte muchas de sus características.

Por tanto, el principal objetivo de esta revisión bibliográfica es identificar las publicaciones de Ensayos Clínicos Controlados (ECC) que evalúen la efectividad del uso de la TOCE en el tratamiento de la espasticidad tras el ACV. Como objetivos secundarios están definir las causas de los efectos que producen las OCE en la musculatura espástica y determinar los efectos adversos que pueden aparecer en pacientes hemipléjicos con el uso de la TOCE.

Material y Métodos

Para llevar a cabo el estudio, se buscaron artículos que abordaban la efectividad del uso de la TOCE en el tratamiento de la espasticidad tras el ACV. La búsqueda fue realizada durante el mes de febrero de 2016 en las bases de datos bibliográficas PubMed, Web of Science, ScienceDirect, LILACS, Cochrane, Scopus y PEDro, sin límite de fecha. Las palabras clave introducidas en la búsqueda fueron las siguientes: ("*extracorporeal shock wave therapy*" OR "*shock wave*" OR "*ESWT*") AND ("*muscle spasticity*" OR "*spasticity*") AND ("*stroke*").

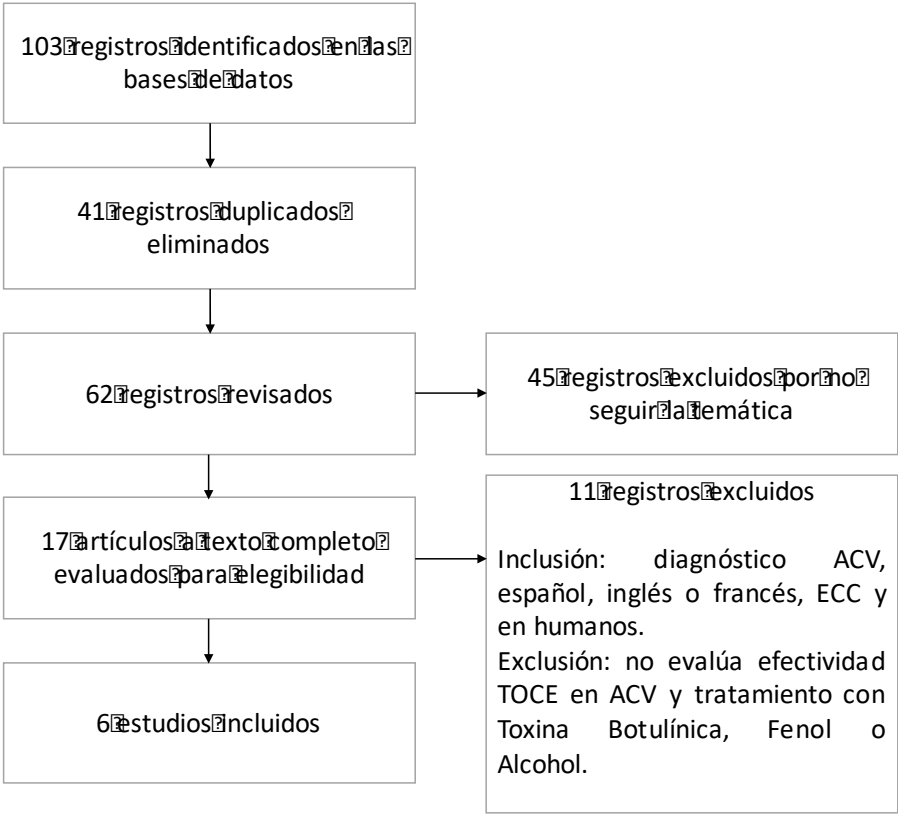
Los criterios de inclusión seguidos fueron: sujetos diagnosticados de ACV (independientemente del estadio), artículos en lengua española, inglesa y francesa, estudios de tipo ECC y humanos como sujetos del estudio.

Los criterios por los que se excluyeron ensayos clínicos fueron: aquellos estudios que no se centraron en la efectividad del tratamiento de la espasticidad tras el ACV con TOCE y aquellos que incluyesen pacientes en tratamiento con Toxina Botulínica, Fenol o Alcohol.

La búsqueda identificó inicialmente un total de 103 estudios (Figura 1), de los cuales se eliminaron 41 por ser duplicados. Posteriormente, 45 fueron excluidos por no seguir la temática del estudio. Finalmente, 11 de los 17 estudios restantes fueron por no ser ECC y por incluir sujetos con tratamiento con toxina botulínica.

Por tanto, en la presente revisión bibliográfica se han incluido 6 ECC: 2 Ensayos Clínicos Controlados Aleatorizados (ECCA)^{17,21}, 3 estudios intrasujetos o de medidas repetidas^{16,19,20} y 1 ECC en el que los controles son sujetos sanos¹⁸.

Figura 1. Diagrama de flujo.



Resultados

Tras el análisis de los artículos se ha recogido aquella información relevante sobre la metodología de los estudios, los resultados que aportan y sobre los criterios de selección que establecen para elegir los sujetos que forman las muestras de los estudios (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Análisis de los artículos incluidos en la revisión.

Estudio	Diseño	Muestra	Musculatura a tratar	Intervención	Otro tratamiento	Método de evaluación	Principales resultados
Manganotti P et al. (2005)¹⁶	<i>ECC</i>	a) 20 pacientes hemipléjicos: 15 ACV isquémico y 5 hemorrágico. b) Sexo: 11 varones y 9 mujeres. c) Grupo TOCE: n = 20. Grupo Control: mismo grupo TOCE.	Flexores de muñeca y mano	1 tratamiento placebo seguido de 1 sesión TOCE focal 1 semana después. 1500 disparos/seg. flexores de muñeca. 3200 disparos/seg. músculos intrínsecos de la mano. Intensidad: 0.030 mJ/mm ² .	No	EAM EIINS RAM. EMG para la velocidad de conducción nervio motor.	<u>Placebo:</u> NS: EAM, EIINS y velocidad de conducción nerviosa. <u>TOCE:</u> S: ↓EAM inmediatamente, 1, 4 y 12 semanas después en flexores de los dedos de la mano (P<0.001). S: ↓EAM inmediatamente, 1 y 4 semanas después en los flexores de muñeca (P<0.001). S: ↑RAM 1 y 4 semanas después (P<0.001). NS: EMG y EIINS.
Bae H et al. (2010)¹⁷	<i>ECCA</i>	a) 32 pacientes hemipléjicos: 16 ACV isquémico y hemorrágico. b) Sexo: 20 varones y 12 mujeres. c) Grupo TOCE: n = 23. Grupo Control: n = 9.	Bíceps braquial	<u>TOCE:</u> 3 sesiones focales: 1 sesión/semana. - Vientre muscular n= 12. - UMT n= 11. 1200 disparos/seg. Frecuencia: 40Hz Intensidad: 0.12 mJ/mm ² . Tiempo: 5 min. <u>Control:</u> placebo.	Tratamiento rehabilitador durante 5 semanas para ambos grupos.	EAM y ETM IBCM	<u>Grupo TOCE:</u> S: ↓EAM y ↑ETM inmediatamente después (P<0.05). NS: EAM, ETM e IBCM 1 y 4 semanas después. <u>Grupo Control:</u> NS: EAM, ETM e IBCM.

Tabla 1. Análisis de los artículos incluidos en la revisión (Continuación)

Estudio	Diseño	Muestra	Musculatura a tratar	Intervención	Otro tratamiento	Métodos de evaluación.	Principales resultados
Sohn M et al. (2011)¹⁸	<i>ECC</i>	a) 20 sujetos. b) Sexo pacientes hemipléjicos: 6 varones y 4 mujeres. Sexo sujetos sanos: 4 varones y 6 mujeres. c) Sujetos sanos Control: n = 10 Pacientes hemipléjicos: n = 10 (2 ACV isquémico y 8 hemorrágico).	Gastrocnemio medial	<u>TOCE hemipléjicos y control:</u> 1 sesión focal en el vientre muscular. 1500 disparos/seg. Intensidad: 0.1 mJ/mm ² . Profundidad: Cabezal R2 (20-30mm)	Tratamiento farmacológico anti espástico	Velocidad de conducción. Onda-F . Reflejo-H. H-M ratio. EAM. EVA.	<u>Sujetos sanos:</u> NS: Onda F, reflejo-H y velocidad de conducción del nervio tibial. EVA: 2.87±1.49 <u>Pacientes hemipléjicos:</u> S: ↓EAM inmediatamente después (P<0.05). NS: Onda F, reflejo-H, H-M ratio y velocidad de conducción del nervio tibial. EVA: 3.23±1.28
Moon S et al. (2013)¹⁹	<i>ECC</i>	a) 30 pacientes hemipléjicos: 16 ACV isquémico y 14 hemorrágico. b) Sexo: 17 varones y 13 mujeres. c) Grupo TOCE: n = 30 Grupo Control: mismo grupo de TOCE.	Gastrocnemios lateral y medial	1º semana tratamiento placebo seguido de 3 sesiones TOCE focal: 1 sesión/semana en UMT. 1500 disparos/seg. Intensidad: 0.089 mJ/mm ²	Ejercicios para el rango articular. Estiramientos. Terapia física. Tratamiento farmacológico anti espástico.	EAM. EPC. RAM pasivo. EF-M miembro inferior. Dinamómetro isocinético (Sistema Biodex)	<u>Placebo:</u> NS: EAM, EPC, RAM, EF-M. <u>TOCE:</u> S: ↓EAM inmediatamente y 1 semana después (P<0.05). S: ↓REP y ↑APMR inmediatamente después (P<0.05). NS: EPC, RAM, EF-M miembro inferior. NS: EAM tras 4 semanas y EPC, APMR 1 y 4 semanas después.

Tabla 1. Análisis de los artículos incluidos en la revisión (Continuación).

Estudio	Diseño	Muestra	Musculatura a tratar	Intervención	Otro tratamiento	Método de evaluación	Principales resultados
Daliri S et al. (2015)²⁰	<i>ECC</i>	<p>a) 15 pacientes hemipléjicos (13 ACV isquémico y 2 hemorrágico)</p> <p>b) Sexo: 12 varones y 3 mujeres.</p> <p>c) Grupo TOCE: n = 15 Grupo Control: mismo grupo de TOCE.</p>	Flexores de muñeca	<p>1 tratamiento placebo seguido de 1 sesión TOCE 1 semana después.</p> <p>1500 disparos/seg. Intensidad: 0.030 mJ/mm² Presión: 1.5 bar.</p>	No	<p>EAM.</p> <p>Hmáx/Mmáx.</p> <p>EB.</p>	<p><u>Placebo:</u> NS: EAM, Hmáx/Mmáx y EB.</p> <p><u>TOCE:</u> S: ↓EAM inmediatamente después, 1 y 5 semanas después (P<0.05). S: ↓Hmáx/Mmáx, pero NS después de 4 semanas (P<0.05). NS: EB</p>
Tirbisch L (2015)²¹	<i>ECCA</i>	<p>a) 8 pacientes hemipléjicos (6 ACV isquémico y 2 hemorrágico).</p> <p>b) Sexo: 3 varones y 5 mujeres.</p> <p>c) Grupo TOCE radial: n = 4 Grupo Control: n = 4</p>	Gastrocnemios medial y lateral	<p><u>TOCE:</u> 3 sesiones TOCE radial/sem durante 3 semanas. Zona: UMT. 2000 disparos/seg. Intensidad: 0.03 mJ/mm² Frecuencia: 10Hz. Presión: 2.5bar. Tiempo: 15min. <u>Control:</u> placebo.</p>	Ambos grupos: tratamiento de fisioterapia clásico 1h/día, 5 días a la sem durante 3 sem	<p>EAM y ETM.</p> <p>RAM</p> <p>Efectos secundarios.</p>	<p><u>Grupo TOCE:</u> S: ↓EAM tras la última sesión en gastrocnemios y sóleo (P<0.05). NS: ETM NS: RAM EVA 1ªsesión: 2,667±0,577 EVA 2ªsesión: 1.33±0.577</p> <p><u>Grupo Control:</u> NS: EAM. NS: ETM NS: RAM</p> <p><u>Intergrupo:</u> NS: EAM, ETM y RAM</p>

S= Estadísticamente significativo. NS= No Significativo TOCE= Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas. ACV= Accidente Cerebrovascular. ECC= Ensayo Clínico Controlado. ECCA= Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado. RAM= Rango Articular de Movimiento. UMT= Unión músculo-tendinosa. AVD= Actividades de la vida diaria. EAM= Escala de Ashworth Modificada . EIINS= Escala de Ictus del Instituto Nacional de Salud. EMG= Electromiografía. ETM= Escala de Tardieu Modificada.. EVA= Escala Analógica Visual del dolor. EPC= Escala de Puntuación del Clonus. REP= Resistencias al Estiramiento Pasivo. APMR= Ángulo del Pico Máximo de Resistencia

Tabla 2. Criterios de selección seguidos por cada ECC para incluir sujetos en la muestra del estudio.

	Manganotti et al. (2005)¹⁶	Bae et al. (2010)¹⁷	Daliri et al. (2015)¹⁸	Sohn et al. (2011)¹⁹	Moon et al. (2013)²⁰	Tirbisch (2015)²¹
Edad	-	18-80 años	-	-	18-80 años	-
EAM	≈ 3	≥ 1+	≥ 2	>1	1+	≥ 1+
Dx ACV	-	TC y RM	-	-	-	-
Evolución ACV	≥ 9 meses	> 12 meses	≥ 6 meses	> 15 meses	≥ 1 mes	3 sem. a 6 meses
Primer ictus	-	-	Sí	-	-	-

EAM = Escala Ashworth Modificada. Dx ACV = Diagnóstico de Accidente cerebrovascular. TC = Tomografía Computarizada. RM= Resonancia magnética. — = no aparece la información.

Tabla 3. Criterios de selección seguidos por cada ECC para excluir sujetos en la muestra del estudio.

	Manganotti et al. (2005)¹⁶	Bae et al. (2010)¹⁷	Daliri et al. (2015)¹⁸	Sohn et al. (2011)¹⁹	Moon et al. (2013)²⁰	Tirbisch (2015)²¹
Contractura articular	-	Sí	Sí	-	Sí	
Tratamiento fenol, alcohol o toxina botulínica	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Diabetes	-	-	Sí	-	-	-

Fx o cirugía	-	-	Sí	-	-	-
Otra condición neurológica o psicológica	-	-	Sí	-	-	-
Otros fármacos anti espásticos	Sí	-	-	No	No	No
Trastornos cognitivos	-	-	-	-	-	Sí
Cambios en tratamiento anti espástico	-	-	-	-	-	Sí

Fx = fractura. Sí = aparece el criterio de exclusión. No = no es un criterio de exclusión.
 — = no aparece la información.

Tras conocer los detalles de los documentos analizados, hay que destacar que solo dos^{17,21} fueron de tipo ECCA, lo que supone 1/3 del total de ensayos clínicos que componen esta revisión. Con respecto al tratamiento placebo utilizado, cinco ensayos clínicos^{16,17,19-21} utilizaron el dispositivo de TOCE, pero sin aplicar intensidad y con un sonido que se asemejaba al que produce el aparato en funcionamiento. Por otra parte, cuatro^{17-19,21} de los seis ensayos clínicos utilizaron otro tipo de tratamiento rehabilitador (estiramientos, ejercicios para el rango articular) y/o tratamiento farmacológico antiespástico.

Por otra parte, en relación a los criterios de selección de la muestra de sujetos del estudio:

- Cuatro^{17-19,21} de los seis ensayos clínicos incluyeron en su estudio sujetos hemipléjicos con grado 1+ como mínimo en la EAM y el resto^{16,20} mínimo grado 2.
- Todos los ensayos clínicos incluyen pacientes en fase crónica del ACV a partir de los 30 días¹⁶⁻²⁰, a excepción de uno²¹ que incluye pacientes en fase subaguda desde las 3 semanas del inicio de la enfermedad.
- Solo un ensayo clínico²⁰ incluye pacientes que han sufrido su primer ACV.
- Como criterio de exclusión, tres^{17,19,20} de los seis artículos excluyeron a sujetos con contractura articular previa.

- Todos excluyen a pacientes en tratamiento con Toxina Botulínica, Fenol o Alcohol previamente, actualmente o planeado para después de la intervención con OCE. Sin embargo, uno²¹ de ellos no optó por este criterio hasta después del comienzo de la intervención, ya que excluyeron 4 sujetos de los 12 que componían el tamaño de muestra original, debido a que comenzaron un tratamiento con Toxina Botulínica.
- Para tres ensayos clínicos^{18,19,21}, tratamientos anti espásticos diferentes a los de Toxina Botulínica, Fenol y Alcohol, no son criterios de exclusión si no se les ha cambiado la dosis recientemente o se planea hacerlo. Solo uno lo considera como criterio de exclusión y otros dos no lo mencionan^{16,17,20}.
- Solo un estudio¹⁷ de los seis sufrió abandono del seguimiento por parte de 6 sujetos de los 38 que componían el tamaño de muestra original.

Tres ECC^{16,17,20} establecieron al miembro superior como zona a evaluar, siendo la musculatura sobre la que se aplican las OCE, los flexores de muñeca y mano y el bíceps braquial. El resto de artículos^{18,19,21} trataron la espasticidad en el miembro inferior, siendo la musculatura sobre la que se aplican las OCE, los gastrocnemios lateral y/o medial y/o sóleo.

Discusión

La escasez de ECCAs publicados sobre este tema, sugiere la necesidad de un mayor número de estudios de este tipo en el futuro. Esto aseguraría una distribución más equilibrada de las características de los pacientes entre los diferentes grupos que componen la intervención de cada uno de los estudios y, por tanto, proporcionaría mayor calidad al ensayo clínico.

Además, en relación al protocolo de tratamiento existe mucha diversidad entre los estudios analizados. Los principales hallazgos son:

- Cinco de los seis estudios¹⁶⁻²⁰ utilizaron OCE de tipo focal. Solo uno²¹ utilizó OCE de tipo radial. Dentro de aquellos que usaron las de tipo focal, hubo también diferencias con respecto al tipo de generador que utilizaron. Solo tres estudios que utilizaron OCE focal especificaron el tipo de generador, siendo electromagnético¹⁶, electrohidráulico¹⁷ y piezoeléctrico¹⁸.

- Con respecto a los disparos por segundo, intensidad y frecuencia de aplicación, se utilizaron diferentes parámetros para el tratamiento de una misma zona. Por tanto, es difícil determinar un protocolo de aplicación para la práctica clínica. Únicamente, en el caso del tratamiento de los flexores radial y cubital de muñeca, se aplicaron 1500 disparos/seg. a una intensidad de 0.030 mJ/mm^2 ^{16,20}.
- La zona de la musculatura a tratar fue: el vientre muscular¹⁸, la UMT^{19,21} y ambos¹⁷, vientre muscular y UMT. Dos de los estudios no especifican la zona exacta de aplicación ^{16,20}.
- El número de sesiones que aplicaron en los estudios también difería entre unos y otros. Tres de los seis ECC utilizaron una sesión ^{16,18,20}. El resto, llevaron a cabo una sesión por semana durante tres semanas, es decir, tres sesiones en total ^{17,219,21}.
- Solo dos ensayos clínicos realizaron un seguimiento a largo plazo de los cambios que se produjeron tras el tratamiento ^{16,20}. El resto realizó un seguimiento a corto plazo ^{17-19,21}.

Ante esta falta de unificación de criterios, se hace necesario definir protocolos más precisos que posteriormente sean aplicables a la práctica clínica. Por tanto, se deben realizar estudios que confirmen las diferencias entre la aplicación de unos u otros parámetros dentro de las distintas variables (tipo de OCE, disparos por segundo, intensidad, frecuencia, zona de aplicación en la musculatura a tratar, número de sesiones y seguimiento).

Por otra parte, todos los ECC utilizaron valoraciones clínicas como la EAM, ETM, EPC, el RAM pasivo, EF-M para miembro inferior, IBCM y la EIINS. Sólo un estudio llevó a cabo una valoración biomecánica de la articulación¹⁹ y tres hicieron un estudio neurofisiológico ^{16,18,20}. Además, solo dos ^{18,21} evaluaron posibles efectos secundarios, en este caso la aparición de dolor. En futuros estudios, además de valoraciones clínicas, se deberían incluir dichas valoraciones biomecánicas y neurofisiológicas, para así abarcar todos los componentes que influyen en la espasticidad.

De igual modo, hay estudios que concluyen que la TOCE focal es eficaz en el tratamiento de la espasticidad en pacientes con ACV, a corto plazo ¹⁷⁻¹⁹ y a largo plazo ^{16,20}. Todos concluyen que hay un beneficio inmediato, pero el beneficio a medio y largo plazo no está claro. Estos resultados contrastan con lo que determina Lee et al.²² en el meta análisis realizado, ya que encuentra que la aplicación de TOCE es efectiva tanto a corto como a

largo plazo para todos los estudios analizados. Por otra parte, un estudio²¹ afirma que la TOCE de tipo radial, no es una técnica con superioridad demostrada, ya que no aparecen diferencias significativas entre el grupo de tratamiento y el grupo control, aunque se vea una tendencia a la disminución del tono en el grupo de tratamiento.

En relación con la causa de los efectos que producen las OCE en la musculatura espástica, la literatura encontrada sugiere tres hipótesis: hiperexcitabilidad de la motoneurona alfa, acción directa de las OCE en el tejido muscular y síntesis de óxido nítrico.

Hiperexcitabilidad de la motoneurona alfa: las vibraciones mecánicas producidas por las OCE, al ser aplicadas sobre el tendón o UMT, restringe la excitabilidad de la motoneurona alfa. Esto provoca una disminución del reflejo de estiramiento que se encuentra alterado y ,por tanto, una disminución del tono espástico temporal¹⁶⁻²⁰.

Acción directa de las OCE en el tejido muscular: La rigidez intrínseca es un factor que coopera con la alteración del reflejo de estiramiento en el mantenimiento de la espasticidad. Estos dos factores son diferentes con respecto a la edad y duración de la enfermedad en pacientes hemipléjicos. La espasticidad causada por la hiperexcitabilidad de la motoneurona alfa, aumenta gradualmente desde el inicio de la enfermedad hasta aproximadamente tres meses después, que es cuando comienza a disminuir. Por tanto, a partir de estadios más avanzados de la enfermedad, el papel más importante en la espasticidad lo desarrolla la rigidez intrínseca que aparece en el tejido muscular afecto¹⁶⁻²⁰.

Síntesis de óxido nítrico: la síntesis de óxido nítrico contribuye a la formación de uniones neuromusculares en el sistema nervioso periférico y a la formación de neurotransmisores. Además de contribuir sobre la memoria y la plasticidad sináptica^{16,18,19}.

A partir de estas hipótesis postuladas, sería interesante llevar a cabo un ECCA en el que se sometan a tratamiento un grupo de pacientes en estadio crónico frente a un grupo de pacientes en estadio subagudo de la enfermedad, o bien, sujetos que se encuentren en periodo subagudo de la enfermedad. Además de dividirlos en subgrupos en los que a un grupo se aplique la TOCE en la UMT y a otro en el vientre muscular. Esto ayudará a definir con claridad el mecanismo o los mecanismos que hacen que la aplicación de las OCE disminuya el tono espástico: mecanismo de acción directa sobre la rigidez intrínseca de la musculatura espástica, que aparece como componente más importante en estadios

más avanzados de la enfermedad; y mecanismo de acción indirecta sobre la excitabilidad medular, que es el componente de la espasticidad más activo en los primeros estadios.

No obstante, se han manifestado ciertas limitaciones a la hora de realizar esta revisión bibliográfica. En primer lugar, no se llevó a cabo una valoración de la calidad metodológica de los estudios seleccionados para esta revisión. En segundo lugar, la restricción de la búsqueda en los idiomas español, inglés y francés ha hecho que se excluya un ensayo clínico en idioma coreano²³. En tercer lugar, debido a la propia forma de realizar la búsqueda en las bases de datos, puede que se hayan perdido documentos de interés o que dichos documentos no estén debidamente indexados.

Por tanto, ante la heterogeneidad de los estudios analizados y la falta de unificación de protocolos y criterios, los resultados no son suficientes para llegar a un consenso claro sobre la aplicación de la TOCE en la espasticidad provocada por el ACV. Además, se necesitan de nuevos estudios con un diseño metodológico de calidad, cuyos resultados puedan orientarse a la práctica clínica.

Conclusiones

En base a los datos discutidos a partir de los ECC que componen esta revisión bibliográfica, diferentes conclusiones son destacables:

- La TOCE focal en el tratamiento de la espasticidad en pacientes tras ACV parece ser efectiva inmediatamente tras su aplicación, aunque no tanto a largo plazo. Además, sería necesario establecer el protocolo de tratamiento adecuado: número de sesiones, intensidad, frecuencia, tiempo de tratamiento y zona de aplicación.
- En relación a la TOCE radial, solo se ha aplicado en uno de los estudios, encontrando mejoras significativas tras la aplicación. Por tanto, no se podría afirmar la efectividad de su aplicación.
- Las causas de la disminución del tono espástico tras la aplicación de TOCE, descritas en la literatura, son: la acción directa de las ondas de choque extracorpóreas sobre la rigidez intrínseca de la musculatura espástica y la acción indirecta sobre la excitabilidad medular. Sin embargo, son necesarios más estudios para poder confirmar ambas hipótesis o una de ellas.

- El dolor es el principal efecto adverso que aparece en la aplicación de la TOCE en pacientes hemipléjicos. No obstante, son pocos los estudios que han valorado los posibles efectos adversos, por lo que es necesario que se incluyan en un futuro.

Bibliografía

1. Ioppolo F, Rompe JD, Furia J, Cacchio A. Clinical application of shock wave therapy (SWT) in musculoskeletal disorders. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014; 50(2): 217–30.
2. Romeo P, Lavanga V, Pagani D, Sansone V. Extracorporeal Shock Wave Therapy in Musculoskeletal Disorders : A Review. *Med Princ Pract.* 2014; 23(1): 7–13.
3. Mirallas Martínez JA. Efectividad de las ondas de choque extracorpóreas basada en la evidencia. *Rehabilitacion.* 2005; 39(2): 52–8.
4. Schmitz C, Császár NBM, Milz S, Schieker M, Maffulli N, Rompe JD, et al. Efficacy and safety of extracorporeal shock wave therapy for orthopedic conditions: A systematic review on studies listed in the PEDro database. *Br Med Bull.* 2015; 116(1): 1–24.
5. Bejot Y, Benatru I, Rouaud O, Fromont A, Besancenot JP, Moreau T, et al. Epidemiology of stroke in Europe: Geographic and environmental differences. *J Neurol Sci.* 2007; 262(1-2): 85–8.
6. Thrift AG, Cadilhac DA, Thayabaranathan T, Howard G, Howard VJ, Rothwell PM, et al. Global stroke statistics. *Int J Stroke.* 2014; 9(1): 6–18.
7. Lance JW. What is spasticity?. *Lancet* 1990;335:606.
8. Mori L, Marinelli L, Pelosin E, Currà A, Molfetta L, Abbruzzese G, et al. Shock Waves in the Treatment of Muscle Hypertonia and Dystonia. *Biomed Res Int.* 2014; 2014: 1–9.
9. Amelio E, Manganotti P. Effect of shock wave stimulation on hypertonic plantar flexor muscles in patients with cerebral palsy : a placebo-controlled study. *J Rehabil Med.* 2010; 42(4): 339–43.
10. El-Shamy SM, Eid MA, El-Banna MF. Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Gait Pattern in Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93(12): 1065–72.

11. Gonkova MI, Ilieva EM, Ferriero G, Chavdarov I. Effect of radial shock wave therapy on muscle spasticity in children with cerebral palsy. *Int J Rehabil Res.* 2013; 36(3): 284–90.
12. Mirea A, Onose G, Padure L, Rosulescu E. Extracorporeal Shockwave Therapy (ESWT) benefits in spastic children with Cerebral Palsy (CP). *J Med Life.* 2014; 7(3): 127–32.
13. Vidal X, Morral A, Costa L, Tur M. Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy : A randomized , placebo-controlled clinical trial. *NeuroRehabilitation.* 2011; 29(4): 413–9.
14. Park D, Kwon DR, Park G, Lee MY. Therapeutic Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy According to Treatment Session on Gastrocnemius Muscle Spasticity in Children With Spastic Cerebral Palsy : A Pilot Study. *Ann Rehabil Med.* 2015; 39(6): 914–21.
15. Marinelli L, Mori L, Solaro C, Uccelli A, Pelosin E, Currà A, et al. Effect of radial shock wave therapy on pain and muscle hypertonia: a double blind study in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler J.* 2015; 21(5): 622–9.
16. Manganotti P, Amelio E. Long-Term Effect of Shock Wave Therapy on Upper Limb Hypertonia in Patients Affected by Stroke. *Stroke.* 2005; 36(9): 1967–71.
17. Bae H, Lee JM, Lee KH. The Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Spasticity in Chronic Stroke Patients. *J Korean Acad Rehabil Med.* 2010; 34: 663–9.
18. Sohn MK, Cho KH, Kim Y, Hwang SL. Spasticity and Electrophysiologic Changes after Extracorporeal Shock Wave Therapy on Gastrocnemius. *Ann Rehabil Med.* 2011; 35(5): 599–604.
19. Moon SW, Kim JH, Jung MJ, Son S, Lee JH, Shin H, et al. The Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Lower Limb Spasticity in Subacute Stroke Patients. *Ann Rehabil Med.* 2013; 37(4): 461–70.

20. Daliri SS, Forogh B, Razavi SZE, Ahadi T, Madjlesi F, Ansari NN. A single blind, clinical trial to investigate the effects of a single session extracorporeal shock wave therapy on wrist flexor spasticity after stroke. *NeuroRehabilitation*. 2015; 36(1): 67–72.
21. Tirbisch L. Effets des ondes de choc radiales sur la spasticité du triceps sural de patients hémiplésiques en phase subaiguë : Un essai contrôlé randomize. *Kinesither Rev*. 2015; 15(164-165): 62–9.
22. Lee JY, Kim SN, Lee IS, Jung H, Lee KS, Koh SE. Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in patients after brain injury: a meta-analysis. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26(10):1641-1647.
23. Yoo SD, Kim HS, Jung PK. The Effect of Shock Wave Therapy on Upper Limb Spasticity in the Patients with Stroke. *J Korean Acad Rehab Med* 2008; 32: 406-410.